

## クリスマスの電飾 と モータ制御

12 月といえば街を彩るクリスマスの電飾。この電飾にもさまざまな制御技術の導入が進んでいます。昔の電飾は電球で、カラフルなものは着色した樹脂を電球のカバーとして使用して作り出していましたが、いまは最初からその色で発光する LED = 発光ダイオードが広く用いられています。また、昔は点滅したとしても、バイメタルを用いた自動点滅電球を間に挟んだものでしたが、いまは電子制御、マイコン制御で、ただの点滅ではなく明るさがなめらかに変わったり、残光を伴って流れ落ちるような表現がされていたりします。ここにモータの出力制御にも関連するような技術が導入されています。ちなみに、バイメタルとは温度による膨張の異なる 2 種類の金属を貼り合わせたもので、電球が点灯して温度が上がると膨張の違いから曲がります。これにより接点が離れて電気が消える、冷めてくると元に戻ってまた光るというもので、昔のこたつなどにも使われていました。

最近の電飾では前述のように「明るさが変わる」というものがあります。LED の明るさを変える単純な方法の一つは、流れる電流を変えるアナログ的な手法で、電流を絞れば暗くなります。ただし、この電流を調整する方法には難があります。適切な半導体部品による電流調整回路を組み込むのですが、結果的には LED に直

列に抵抗を挟み、この抵抗の大きさを自動調整する、と同じようなことになります。この抵抗ではムダな電気を消費します。もう一つの方法は、LED はオンかオフの状態のみで使い、人間にはバレない程度で高速でオンオフを繰り返す方法です。オンの時間の比率を高めると平均的には明るく、比率を下げると暗く見えます。この方法をスイッチング制御といいます。この方法の利点は、スイッチ部分では電気をほぼ消費しないこと、マイコンを用いると前述のアナログな方法に対して回路が簡単になることです。いま身の回りで「明るさが変わって見えるもの」、照明も携帯機器のインジケータの色の变化もこのスイッチングな手段を用いることが一般的です。

一方のモータ制御では、このスイッチング技術は電飾よりも古く、1990 年代より前から広く使われています。モータ制御では、前述の「ムダに消費される電気」が問題で、条件によってはモータの消費電力に匹敵するような電力がムダに消費され、熱になります。もちろん、エコではありませんが、それよりもこの熱をいかに処理するか(放熱)が大きな課題になります。そこで、早くからこのスイッチングによる低減が普及していたのです。もっとも、当時はアナログ制御回路+スイッチングでの電力制御でした

**熊谷正朗** —KUMAGAI MASA-NAKI—

東北学院大学 工学部 機械知能工学科 教授

東北学院大学工学部 教授／仙台市地域連携フェロー(ロボットメカトロ系担当)。2000年東北大学大学院工学研究科修了、博士(工学)。同大助手を経て、03年より東北学院大学講師、助教授、准教授、13年より教授。ロボメカ系開発を専門とし、メカの設計からマイコンやサーバのソフト開発までを行う。「基礎からのメカトロニクス講座」や地域企業訪問も実施中。



が、1990年代からマイコンの高性能化に伴って、フルデジタルの制御も普及しました。いまでは、モータ制御用マイコン+スイッチング回路だけというかなりシンプルな構成も可能になりました。駆動用半導体技術も進歩し、より大出力、より高効率などになっています。交流モータの制御もマイコンの進化によって普及しました。同じように電源回路でもスイッチング型が一般化しています。

この「高速でオンオフする」速さは対象で変わります。人間の目は鈍いので、1秒間に100回、100Hz程度でも十分にだませます(もう少し早い方がちらつきが減ります)。そのため、電飾を高速度カメラで撮影すると点滅の様子が見える場合もあります。一方、モータの場合は最低でも20kHz程度にします。これは、モータに変動する電流を流すと、モータがスピーカーになってしまって「びー」という音が出てしまうためです。人間の耳は20kHz程度まで聞こえるとされ、それよりも周波数を高くします。また、急峻な制御をするためにも、ある程度の速さが必要です。電源回路の場合はモータよりも出力の正確さが求められ、かつ急激な消費電流の変化に耐えるためにも100kHzを超えるそうです。

さて、クリスマスの電飾、私自身は前の電球

のものがよかったと思います。最近の電飾で特に苦手なのが、青や白のLEDによる電飾。真冬の寒いときに、青とか白とかますます寒くなる色をつかうのはどうかと思います(夏なら涼しさがあって良いかもしれませんが)。もしかすると、電球は発光の原理がフィラメントの加熱によるもので、赤外線も含まれていることで小さいながらも本当の暖かみがあったのかもしれませんが、LEDの場合は発光原理が異なります(だから、エコな電灯になるわけですが)。また、青のLEDの光が目には刺さるような感じで苦手です。白のLEDも青をベースに、蛍光材で青の光の一部を別の光(シンプルなものは黄色、ものによっては混合)に変換して加えることで白にしているため青もそこそこ含まれています。もう10年近い間、シーズンになると1人ブツクサ言っていたのですが、最近になってモニターやテレビやスマホのバックライトから出る「ブルーライト」なるものが話題になっています。私の住む仙台市は光のページェントが知られていますが、その豆電球を近年LEDにすると聞いてがっかりしていました。しかし、現物を見ると、そのオレンジの光はなかなか暖かみがあって良いものでした。特注品らしいのですが、ロボットのインジケータ用などに欲しいな、と思っています。